# Elettronica e telecomunicazioni

Anno LIX
Numero 1
Aprile 2010

Rai Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica

Rai Eri

# Elettronica e telecomunicazioni

La rivista è disponibile su web
alla URL www.crit.rai.it/eletel.htm

***Anno LIX***
***N°1***
***Aprile 2010***

***Rivista quadrimestrale a cura della Rai***



# Indice

# Editoriale

Gianfranco **Barbieri**
Direttore di
"Elettronica e Telecomunicazioni"

Per molti anni la Radiofonia è stata considerata la "sorella minore" della Televisione, la cui vertiginosa evoluzione tecnologica degli ultimi decenni ha avuto spesso l'effetto di mettere in ombra lo sviluppo, non sempre meno importante, di altri servizi. La stessa componente sonora del segnale televisivo ha subito uguale sorte: l'attenzione dei tecnici si è prevalentemente concentrata sui miglioramenti strutturali del segnale d'immagine; si è pertanto assistito in pochi anni al passaggio dal segnale analogico codificato (PAL, SECAM, NTSC) alla HDTV, alla TV Digitale e si sperimenta oggi la TV 3D; l'informazione audio, che pure contribuisce in misura spesso determinante a dare "valore aggiunto" al programma, solo con l'avvento della TV Digitale ha acquisito la potenzialità della distribuzione spaziale del fronte sonoro. Gli straordinari risultati ottenuti nel campo della compressione del segnale musicale (algoritmi basati su modelli psico-acustici, codifiche MP3 ed MPEG4) hanno riversato i loro benefici soprattutto sulle applicazioni multimediali.

Al di là dell'aspetto puramente tecnologico, l'avvento impetuoso della televisione aveva anche impedito per molti anni il consolidamento del legame culturale tra gli ascoltatori e la radio. I "mass media" riconoscono oggi l'esistenza di una netta ripresa di interesse verso i servizi di radiofonici da

Anno VI - N. 44 C. C. Postale 1-8 Novembre 1930 (Anno IX)

RADIOCORRIERE



ANCHE LA RADIO FA SCHERZI CURIOSI E FABBRICA IMMENSI TRASTULLI....

Copertina del Radiocorriere 1-8 novembre 1930
ANCHE LA RADIO FA SCHERZI CURIOSI E FABBRICA IMMENSI TRASTULLI

parte del grande pubblico. In base ai dati forniti da Audiradio[Nota 1] nei vent'anni intercorsi tra il 1988 ed il 2008 il numero di ascoltatori giornalieri in Italia è passato da 25,8 milioni a 38,7 milioni; accanto alla crescita quantitativa dell'ascolto radiofonico, e al conseguente incremento di valore per le imprese editoriali, c'è da registrare anche il cambiamento del rapporto "culturale" degli italiani nei confronti della radio. Certo è che se la radio fosse stata inventata di recente, con le possibilità di integrazione che offre con gli altri media (internet, cellulare, …) sarebbe senza dubbio classificata come "new media", e allora avrebbe un altro posto nella considerazione del comparto editoriale.

La convergenza delle tecnologie ha dato nuovo respiro e nuove potenzialità ai servizi digitali. Secondo recenti stime, gli utenti di internet via telefonia mobile nel mondo sono circa 500 milioni e in continua crescita: il loro desiderio è quello di avere notizie ma anche storie originali, che possono andare dalle inchieste alle audiostorie, dai reportage ai podcast. Il digitale consente alle imprese radiofoniche di essere editori, ma anche agli utenti stessi. La nuova radiofonia è oggi in grado di incontrare la capacità tipica del taglia e incolla creativo, l'immediatezza comunicativa dell'sms, la condivisione del file-sharing.

Nota 1. Convegno Audiradio - "La grande sfida della radio" - Santa Margherita Ligure 13 e 14 giugno 2008

Questa flessibilità potenziale dell'ascoltatore-autore si traduce in nuovi modelli di comunicazione che la radio ha contribuito a creare e che continuerà a proporre nel futuro in forme nuove.

Gli articoli pubblicati nel presente numero della Rivista illustrano alcuni progetti, condotti presso il Centro Ricerche della Rai, che si inseriscono nel contesto di un processo innovativo finalizzato all'integrazione dei "media" tradizionali con quelli digitali, per andare incontro alla "total audience".

Nel primo articolo viene descritta la sperimentazione di un sistema, recentemente brevettato, che permette la ripresa multicanale utilizzando una sola sonda microfonica dotata di 32 capsule e la sintesi, sulla base della teoria Ambisonic, di un insieme di microfoni virtuali. L'obiettivo è quello di offrire all'utente, nel suo salotto trasformato in home theatre, un'esperienza coinvolgente dal punto di visto uditivo

Il secondo articolo descrive un sistema prototipale per la gestione automatica, la pubblicazione e la messa in onda di Slide Show e messaggi di testo su canali broadcast che abilitino questo tipo di applicazione. Il sistema è stato concepito per consentire anche la pubblicazione dei contenuti su un sito web, per applicazioni di tipo Internet Radio.

# Sonda microfonica Sferica per Surround Sound

Leonardo **Scopece**
**Rai** - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Torino

**_Sommario_**

*L'obiettivo è fornire al telespettatore, nel suo salotto trasformato in home theatre, il suono surround: offrire un'esperienza coinvolgente anche dal punto di visto uditivo. Per ottenere tale risultato occorre agire nella fase di produzione dei programmi: la ripresa e postproduzione audio devono essere multicanale, di qualità, e contemporaneamente l'impatto sui costi e sulle modalità operative di ripresa deve essere contenuto.*

*Il progetto avviato dal Centro Ricerche della Rai, in collaborazione con l'A.I.D.A., ha consentito la messa a punto di un sistema, recentemente brevettato, che permette la ripresa multicanale utilizzando un sola sonda microfonica dotata di 32 capsule e la sintesi, sulla base della teoria Ambisonic, di un insieme di microfoni virtuali. Grazie all'uso di un joystick è possibile definire in modo semplice sia il polar pattern, sia il puntamento di ciascuno dei sette microfoni virtuali sintetizzabili.*

*E' stata avviata una serie di sperimentazioni per individuare e definire i campi di applicazione del sistema.*

## 1. Introduzione

Il desiderio di sentirsi, nel proprio salotto, *immerso* in un evento, coinvolto da immagini spettacolari e circondato da musica e suoni realistici, è sempre stata una forte motivazione per cercare di trarre il massimo vantaggio dai continui progressi in campo audiovisivo e multimediale.

L'utente già negli anni '90 era in grado di adottare sistemi di riproduzione audio per ottenere sensazioni uditive prossime a quelle percepite in una sala durante un concerto o uno spettacolo teatrale. L'*home video* nasce nel 1982, con l'introduzione del Dolby Surround. Lo spettatore ha la sensazione di essere al centro della scena, grazie alla presenza di almeno 5 diffusori, alimentati ciascuno da un canale audio, di cui due posizionati alle proprie spalle.

La qualità video disponibile trenta anni fa, alla nascita dell'*home video,* era ancora prossima, in termini di definizione, a quella disponibile alla nascita della televisione. I programmi erano a colori, in formato 4:3, e diffusi (secondo lo standard PAL) o registrati su cassetta (VHS). E' proprio a metà degli anni '80 che si sono avviate le prime sperimentazioni di HDTV: immagini, in formato 16:9, caratterizzate da un numero di elementi (pixel) cinque volte superiore rispetto a quelle della TV. La qualità video a cui si voleva tendere era già quella attuale, solo da pochi anni disponibili a casa dell'utente. La prima sperimentazione di trasmissione HDTV in

formato digitale fu effettuata dalla Rai in occasione dei mondiali di calcio Italia '90. Si è però dovuto attendere vent'anni prima che la tecnologia degli schermi (Plasma, LCD...) rendesse oggi possibile, in termini di costo e ingombro, la fruizione nelle nostre case delle immagini HD e che i nuovi sistemi di diffusione digitale DVB, via satellite e terrestre, ne consentissero la ricezione domestica, grazie ai progressi in termini di efficienza nello sfruttamento della capacità dei canali.

Da un decennio l'evoluzione tecnologica sembra aver assunto un ritmo sempre più rapido e il prossimo passo verso l'immersione nella realtà virtuale televisiva sarà possibile con la diffusione di programmi tridimensionali: l'avvento della televisione stereoscopica o 3D TV sembra prossima.

Apparentemente tali progressi non sembrano altrettanto rapidi e incisivi in campo audio.

Di fatto l'utente può allestire nel proprio soggiorno un sistema di riproduzione adeguato, sia per quanto riguarda le immagini, sia il suono: un grande schermo e un sistema di diffusione surround. E' l'*home theatre:* il coinvolgimento totale del telespettatore nella scena. Ma spesso alle immagini in alta definizione non si accompagna un audio di qualità altrettanto spettacolare.

Occorre agire su tutta la catena, partendo dal primo stadio, quello della produzione: i sistemi di ripresa video e postproduzione devono operare con segnali video in alta definizione, e i sistemi di ripresa e postproduzione audio devono essere in grado di codificare segnali surround.

Con l'obiettivo di individuare sistemi efficaci per produrre programmi dotati di surround, il Centro Ricerche Rai ha avviato tre anni fa un ampio programma di sperimentazioni. Lo scopo è la messa a punto di un sistema che consenta di effettuare riprese sonore e registrazioni con sistemi multicanale, utilizzando le infrastrutture già esistenti, con costi contenuti, per offrire all'utente, nel modo più semplice dal punto di vista operativo, un segnale surround a complemento di quello video in alta definizione.

## 2. Dalla sperimentazione all'innovazione

Precedenti articoli hanno illustrato le tecniche di ripresa stereofonica e quella olofonica [1] e le sperimentazione effettuate [2, 3].

Per effettuare tali sperimentazioni, in ambienti differenti e diverse tipologie di sorgenti sonore, si è utilizzato un microfono già adottato da alcune emittenti del Nord America e sperimentato da celebri artisti: l'Holophone H2Pro.

Il microfono Holophone è dotato di 8 capsule, sette localizzate sulla periferia del supporto ed una all'interno, per l'acquisizione delle basse frequenze. Gli otto segnali in uscita dalla "testa" sono distinti fra loro: gli otto canali possono essere avviati ad un mixer o codificati come audio 5.1, 6.1, 7.1 o semplicemente stereo.

La tecnica di ripresa olofonica si aggiunge alle tradizionali tecniche di ripresa, che presentano specifiche caratteristiche del suono riprodotto:

- con la tecnica multimicrofonica il suono è tutto presente, a fuoco, pulito, ma senza profondità, un "muro" di suoni provenienti dagli strumenti disposti sulla scena.
- con le tecniche stereofoniche, dall'MS, alla Stereosonic, all'AB, alla XY, il suono comincia ad essere "profondo".

Le nuove tecniche multicanale, come quella adottata da Holophone, offrono un suono avvolgente, più naturale, meno "a fuoco" ma più reale rispetto a quello ottenibile con le tecniche fino ad ora utilizzate.

I risultati ottenuti con le sperimentazioni citate sono molto interessanti e hanno consentito di comprendere che il "modo di sentire" dei prodotti ottenuti con tecniche di ripresa multicanale cambia.

Resta ora da valutare quanto differisca la percezione da parte del pubblico nel passaggio dal modo di sentire fin qui offerto, artificioso, a confronto con il nuovo modo di sentire, più avvolgente e più reale, anche se meno "presente".

## 3. Il sistema basato su sonda microfonica H.O.A.

In base alle conoscenze acquisite e avendo valutato positivi i vantaggi della ripresa multicanale, il Centro Ricerche ha deciso di avviare un progetto per realizzare un sistema con caratteristiche innovative, basato sulla tecnica Ambisonic (vedere Appendice).

Questo progetto ha portato allo sviluppo a al brevetto di un sistema di ripresa e registrazione basato sulla Sonda Microfonica HOA (High Order Ambisonics) da parte di Rai e A.I.D.A., spin-off dell'Università di Parma.

Lo scopo del sistema è di riprendere la scena sonora ottenendo tre risultati:

- una ripresa multimicrofonica o, in alternativa, surround;
- poter effettuare uno zoom microfonico, ovvero cambiare la direttività, in modo dinamico e in tempo reale;
- poter posizionare i punti di ripresa nello spazio sia sul piano azimutale che mediano sempre in modo dinamico e in tempo reale.

### 3.1 La sonda H.O.A. e l'Interfaccia

La sonda microfonica (figura 1) è costituita da una sfera di 8,4 centimetri di diametro ed ha sulla superficie 32 capsule da ½" ad elettrete di ottima qualità.

Le capsule hanno una risposta in frequenza che va da 20 Hz a 20 kHz, con sensibilità di 32 mV/Pa e una dinamica prima del clipping di 135 dB.

All'interno della sfera stessa sono presenti i preamplificatori delle 32 capsule e i convertitori A/D.

I 32 segnali digitali sono multiplati e trasferiti, mediante un cavo ethernet di categoria 5 o superiore che può essere lungo fino a 140 metri, ad una interfaccia (figure 2) in cui possono essere memorizzati su un dispositivo USB per elaborazioni successive oppure trasferiti alla unità di elaborazione.

### 3.2 Unità di Elaborazione

Costituisce il cuore del sistema. Provvede all'elaborazione dell'audio, effettuando in tempo reale i complessi calcoli per l'emulazione dei filtri che consentono di sintetizzare i segnali corrispondenti a sette microfoni virtuali.

Ognuno di questi microfoni virtuali ha un tempo di latenza sufficientemente basso da non inficiare la ripresa, ed una buona qualità su tutte le frequenze della banda base audio. Inoltre, ciascun microfono è sintetizzatato in base a tutti i 32 segnali componenti, prelevati dalle singole capsule.

Il polar pattern può variare da bidirezionale, a omnidirezionale, a cardioide di vario ordine. Gli algoritmi utilizzati sfruttano il principio Ambisonic: l'informazione sonora in un punto dello spazio è ottenuta conoscendo la pressione e la velocità delle particelle in quel punto.

Attualmente Il sistema realizzato consente, per ognuno dei 7 microfoni sintetizzati, di elaborare in tempo reale le informazioni ottenute dalle 32 capsule e realizzare la sintesi di un microfono virtuale equivalente Ambisonic fino al sesto ordine.

Fig. 1 - Sonda Microfonica H.O.A.

Fig. 2 - Interfaccia audio

### 3.3 Puntamento e joystick

Obiettivo del sistema sono semplicità operativa e ergonomia.

La semplicità operativa è ottenuta grazie all'interfacciamento del sistema di elaborazione con un joystick (figura 3) e con una telecamera wide-angle che permette di controllare il "puntamento" dei singoli microfoni virtuali.

Grazie a tali dispositivi è possibile definire in modo semplice sia il diagramma polare, sia il puntamento di ciascuno dei microfoni virtuali, indipendentemente l'uno dall'altro.

Con il joystick è possibile selezionare ciascun microfono, "inseguire" dinamicamente il soggetto sulla scena e decidere la direttività del microfono virtuale selezionato, visualizzando il corrispondente beam con un cerchio colorato, le cui dimensioni forniscono in modo intuitivo le sue caratteristiche, relative all'angolo di ripresa.

Le informazioni relative ai singoli microfoni virtuali utilizzati sono visualizzate su un monitor, sovrapposte all'immagine ripresa dalla telecamera (figura 4). E'quindi possibile decidere in tempo reale quale diagramma polare adottare per ciascun microfono, e la loro posizione spaziale.

Nel caso la scena sia statica o quasi, può essere utile usare, invece di una telecamera, una macchina fotografica e realizzare una fotografia panoramica, memorizzare le posizioni dei soggetti presenti in scena senza "inseguirli" potendoli richiamare facilmente, semplificando così enormemente il lavoro (figura 6).

Fig. 3 - Joystick

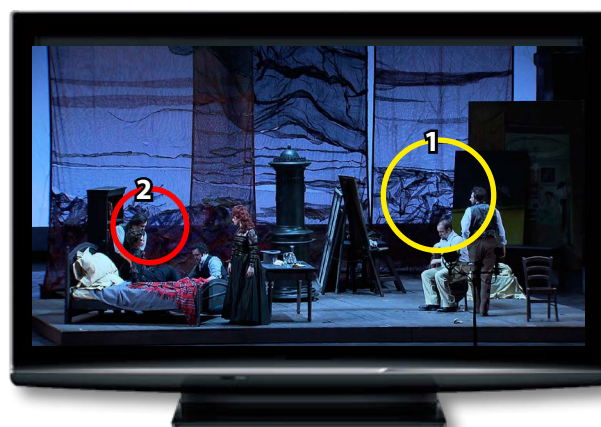



Fig. 5 - Esempio di visualizzazione del diagramma polare relativo a due dei microfoni virtuali sovrapposti all'immagine della scena.

### 3.4 La console di controllo

Per la gestione del sistema si utilizza una console di controllo, un notebook. Sulla sua memoria di massa possono essere inoltre registrati in tempo reale i 32 segnali provenienti dalla sonda e/o i 7 segnali sintetizzati corrispondenti ai microfoni virtuali.

L'applicativo di gestione del sistema consente di avviare i sette segnali in uscita dal sistema di elaborazione allo spazio di ascolto oppure ad un mixer, tramite la porta ADAT, o di memorizzarli su un registratore audio esterno.

I segnali memorizzati possono ovviamente subire un processo di postproduzione. In particolare i segnali corrispondenti ai 7 microfoni virtuali possono essere sintetizzati e modificati in postproduzione, a partire dall'insieme dei 32 segnali catturati grazie alla sonda H.O.A.

## 4. Applicazione del Sistema basato su sonda H.O.A.

La gamma di applicazioni che possono trarre vantaggio dall'uso del sistema sviluppato e brevettato è molto ampia: si ipotizzano qui alcuni esempi,

corrispondenti a diverse condizioni di ripresa. E' in corso la sperimentazione, che deve coinvolgere i possibili utilizzatori, per verificarne la fattibilità e la flessibilità di impiego del sistema. E' così possibile trarre indicazioni utili per il passaggio dalla realizzazione prototipale a quella utilizzabile in produzione.

## 4.1 Ripresa di orchestra

Nel caso di una orchestra sinfonica, è possibile simulare una ripresa multimicrofonica, puntando, ad esempio, 6 dei 7 microfoni virtuali verso punti stabiliti dell'ensemble e controllando dinamicamente un settimo soggetto, canoro o musicale, che non è statico sulla scena.

Un altro esempio è la realizzazione di una ripresa codificata fino a 7.0 puntando 5 dei 7 microfoni virtuali frontalmente ed i rimanenti 2 posteriormente.

Segnali codificati 5.1, 6.1 o 7.1 possono essere ottenuti elaborando i 7 segnali a disposizione e ricavando da essi il contributo a bassissime frequenze LFE (Low Frequency Effect), oppure utilizzare un microfono aggiuntivo adibito alla ripresa di frequenze da 20 a 110 Hz.

## 4.2 Ripresa di evento sportivo

Allo stadio di calcio, si può ottenere un effetto ambiente in surround. E' pensabile che sia possibile, posizionando la sonda sul terreno di gioco a bordo campo, riprendere anche l'impatto del colpo sul pallone o di questo contro un "legno".

Durante una gara ciclistica, riprendendo la folla che "corre" ai lati degli atleti, si può ottenere un effetto sonoro che "viene incontro" e poi si "smorza" alle spalle.

## 4.3 Ripresa di evento teatrale

Analogamente al caso di ripresa di orchestra, anche in teatro è pensabile di puntare 5 o 6 microfoni virtuali in modo fisso e controllare i restanti con uno o due joystick: è quindi realizzabile una ripresa surround, codificata da 5.0 a 7.0.

## 4.4 Ripresa di evento televisivo

In un programma televisivo in studio, si possono porre una o due sonde in alto indirizzate verso il basso.

"Puntando" i microfoni virtuali corrispondenti a ciascuna sonda con una direttività del quinto o del sesto ordine si possono attenuare notevolmente i rumori ambientali normalmente presenti nello studio televisivo e provenienti dall'alto, quali quelli dovuti agli impianti di condizionamento e di movimento motorizzato delle luci.

## 4.5 Ripresa di evento radiofonico

Negli studi radiofonici si potrebbero effettuare riprese di spazialità che renderebbe l'utente più partecipe di quello che sta ascoltando, avendo la sensazione di "vedere" in uno spazio a 360° la posizione degli attori, speaker e musicisti presenti.

Fig. 6 - La scelta dei diagrammi polari e il puntamento per ciascuno dei 7 microfoni virtuali può essere effettuata e memorizzata con l'ausilio di una foto panoramica realizzata quando la sala è vuota o durante le prove. Nell'esempio un microfono del sesto ordine punta al centro della scena (3), due microfoni del 3° ordine (1 e 2) a ±30°, del 2° ordine (6 e 7) a ±60° e del 1° ordine (4 e 5) a ±110°. Tale scelta può essere modificata nel corso della registrazione, o in postproduzione, selezionando ciascun microfono virtuale mediante il joystick.

### 4.6 Ripresa di talk-show

L'inseguimento dinamico reso possibile dal joystick può consentire di riprendere, ad esempio nel corso di un talk-show, il giornalista che si muove nello studio e si avvicina agli ospiti, eventualmente "puntati" in modo statico dai restanti 6 microfoni, per interloquire con loro.

Ponendo la sonda in alto, sulla platea, è possibile "puntare" con il joystick i singoli componenti del pubblico a cui si desidera dare la parola.

### 4.7 Ripresa di una scena e riproduzione del risultato in un altro ambiente

Vi possono essere limitazioni nell'uso del sistema nel caso in cui si voglia riprendere ed irradiare il suono nello stesso ambiente: infatti, a causa dell'alta sensibilità dei microfoni della sonda, è alta la probabilità di innesco (effetto Larsen).

Può invece trovare ampie applicazioni l'uso del sistema per la ripresa dell'evento e la sua riproduzione in tempo reale in uno o più ambienti, anche distanti, garantendo l'*effetto presenza*.

### 4.8 Postproduzione

Si è detto che le informazioni sonore delle 32 capsule possono essere registrate ed essere quindi disponibili per nuove rielaborazioni. Ciò apre possibilità fino ad ora impensabili a quanto realizzabile in fase di postproduzione.

Sono ridefinibili, in postproduzione, le scelte che normalmente devono essere attuate in fase di ripresa. E' infatti possibile riposizionare i microfoni virtuali nello spazio scenico e ridefinirne la direttività, fino a raggiungere il risultato atteso.

La limitazione a 7 microfoni virtuali è legata alla attuale capacità di elaborazione in tempo reale e in futuro potrà aumentare; è già oggi possibile incrementare il numero di microfoni virtuali nella fase di postproduzione, ovviamente rinunciando alla possibilità di operare in tempo reale.

## 5. I prossimi passi

I risultati fino ad ora ottenuti sono molto promettenti. Le sperimentazioni in atto sono effettuate con un sistema prototipale: alcuni degli elementi componenti (interfaccia, unità di elaborazione, console) potranno essere integrati favorendo una maggiore trasportabilità e facilità d'uso.

La verifica, coinvolgendo gli utilizzatori, delle varie ipotesi di impiego, in situazioni ambientali differenti e con varie tipologie di generazione sonora, è indispensabile per individuare un sistema utilizzabile nella produzione radiotelevisiva, obiettivo della attività di ricerca e sviluppo avviato dal Centro Ricerche Rai.

Il coinvolgimento dell'industria è essenziale per sviluppare un prodotto che, in base alle indicazioni fino qui ottenute, sembra avere notevoli potenzialità di impiego e diffusione.

## Bibliografia


1. *L. Scopece*: "Olofonia - una ripresa sonora di tutto ciò ci circonda", Elettronica e Telecomunicazioni, Agosto 2007.
2. *L. Scopece: "*OLOFONIA - Sperimentazioni con microfono Holophone H2-PRO", Elettronica e Telecomunicazioni, Agosto 2008.
3. *L. Scopece: "*Ripresa Audio Multicanale", Elettronica e Telecomunicazioni, Agosto 2009.


## Appendice

### La teoria Ambisonic

L'Ambisonic è un metodo di registrazione, o campionamento, e riproduzione delle informazioni inerenti ad un determinato campo sonoro.

Conoscendo infatti pressione e velocità delle particelle d'aria in un determinato punto dello spazio, si posseggono tutte le informazioni necessarie per ricreare in modo fedele il campo sonoro. E' possi-

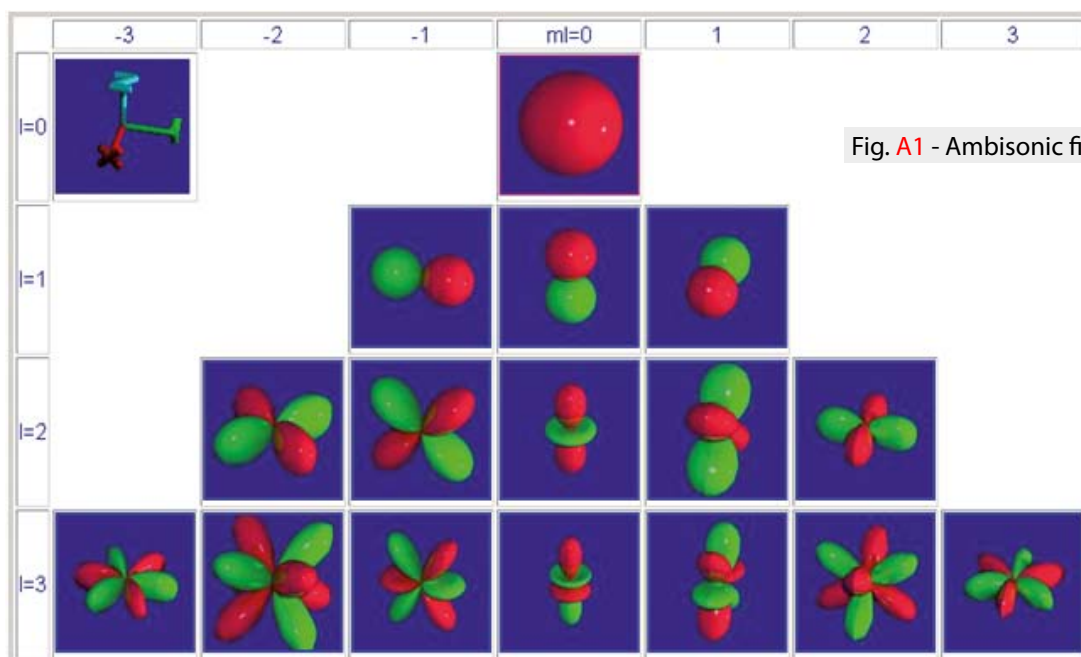



Fig. A1 - Ambisonic fino al 3°ordine

bile sfruttare questi due parametri in due principali direzioni: sintesi di microfoni o riproduzione audio surround.

Negli anni '70 Michael Gerzon realizzò la prima sonda in grado di campionare pressione e velocità in un punto, sfruttando una disposizione tetraedrica di capsule microfoniche con direttività a cardioide.

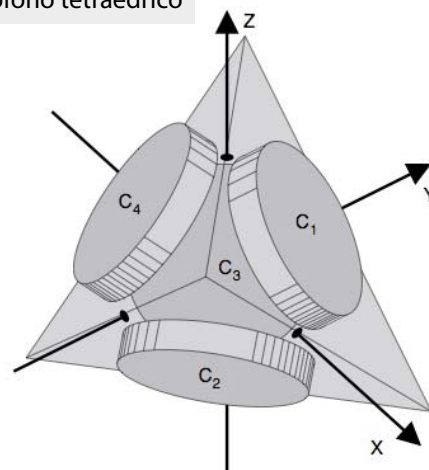
Sfruttando tre microfoni a figura di otto e un microfono omnidirezionale, teoricamente coincidenti, si potrebbe pensare di campionare le armoniche sferiche (funzioni direzionali) di ordine 0 e ordine 1: il segnale omnidirezionale dà le informazioni sulla pressione (W), i tre segnali rimanenti, orientati secondo gli assi cartesiani, sono proporzionali alla velocità delle particelle d'aria attorno al punto d'origine

Per ogni ordine "m" ambisonic ci sono (2m+1) componenti (figura A1).

Nell'impossibilità di avere a disposizione 4 microfoni coincidenti, Gerzon pensò di utilizzare 4 capsule con direttività a cardioide poste sulle facce di un tetraedro. La conversione dei segnali delle capsule (A-format) in quelli Ambisonics del 1° ordine (B-format) avviene tramite una semplice serie di somme e sottrazioni ottenendo una serie di segnali virtualmente provenienti da altre direzioni (figura A2):

$$W = C1+C2+C3+C4$$
$$X = C1+C2-C3-C4$$
$$Y = C1-C2+C3-C4$$
$$Z = C1-C2-C3+C4$$

Le capsule, anche in questo caso, non sono coincidenti: l'approssimazione introdotta si traduce nel disallineamento tra le capsule in termini di tempo/fase che porta alla "colorazione" (filtraggio) dello spettro dei segnali B-format.

Fig. A2 - Microfono tetraedrico

# Servizi Multimediali per la Radio Digitale

Gino **Alberico**, Paolo **Casagranda,** Francesco **Russo**
**Rai -** Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica
Torino

## 1. Introduzione

Oggigiorno l'utente può ascoltare la programmazione radiofonica attraverso una moltitudine di dispositivi che contengono una radio FM (iPod, cellulari, player MP3, ecc.). Tuttavia mentre la fruizione di musica su tali dispositivi è associata ad una "user experience" basata su interfacce anche grafiche (la copertina del CD) e informazioni a corredo (artista, album, brano), quando si passa all'ascolto della radio mediamente ci si ritrova un display con la frequenza sintonizzata e poco altro (nel migliore dei casi il nome della stazione per i dispositivi che leggono anche i dati RDS). Il passaggio ad un sistema di radio digitale, come ad esempio la piattaforma DAB/DMB, permette un salto di qualità che può rendere l'esperienza di ascolto radiofonica molto più vicina all'ascolto di musica su un iPod.

Dopo la digitalizzazione delle reti telefoniche, quella dei canali satellitari e recentemente il passaggio al digitale delle reti televisive terrestri, la radio rimane l'ultima piattaforma analogica che dovrà migrare verso il digitale.

A livello europeo e mondiale le trasmissioni DAB sono già effettuate come servizio regolare in molti paesi quali ad esempio Regno Unito, Germania, Spagna, Norvegia, Svizzera, Svezia, Corea del Sud e Canada tanto per citarne alcuni. La radio digitale DAB si è oggi arricchita di due modalità, denominate DAB+ e DMB (sempre facenti parte della famiglia DAB) che offrono una maggior efficienza nella codifica del segnale audio consentendo quindi di trasmettere molti più programmi su una stessa frequenza. A seguito del lancio di servizi di radio digitale con funzionalità diverse attivate nei vari paesi, nel 2008 una Task Force EBU – WorldDMB ha definito un ricevitore unico "europeo", con tre profili

***Sommario***

*Il presente articolo descrive la piattaforma prototipale sviluppata per la realizzazione di alcuni servizi dimostrativi di come contenuti multimediali possano arricchire le trasmissioni radiofoniche. Synchro Slideshow è un servizio slide show in cui le immagini sono sincronizzate con il palinsesto dei programmi. Photoblog fornisce agli utenti un mezzo semplice e potente per interagire con la stazione radio, inviando foto di un evento interessante, con relativo commento. Traffic Information permette agli ascoltatori di essere costantemente informati sugli eventi di traffico importanti.*

di prestazioni, per consentire all'industria di realizzare un prodotto interoperabile con i vari servizi e in grado di funzionare in tutti paesi.

Comune a tutte le varianti della famiglia DAB è la possibilità di trasmettere informazioni multimediali (testi, immagini, oggetti grafici e menù, EPG) associate o meno al programma in onda.

Nell'articolo viene descritto un sistema prototipale per la gestione automatica, la pubblicazione e la messa in onda di Slide Show e messaggi di testo su canali broadcast che abilitino questo tipo di applicazione. Il sistema è stato concepito per consentire anche la pubblicazione dei contenuti su un sito web, per applicazioni di tipo Internet Radio. Si noti che nell'articolo si fa riferimento alla tecnologia DAB [1-5] in quanto fornisce le funzioni adatte ad implementare le applicazioni descritte. Tuttavia, quanto descritto nel seguito è ugualmente applicabile (con eventuali modifiche o limitazioni) anche ad altre piattaforme digitali, siano esse diffusive o bidirezionali (UMTS, HSPA…) in cui la logica di funzionamento del servizio rimane però di tipo broadcast (uno a molti).

## 2. Servizi multimediali per la Radio Digitale

I servizi radiofonici tradizionali si limitavano, per possibilità e convenienza tecnologica, ai servizi audio. Questa caratteristica definiva in modo netto la separazione tra radio e televisione.

Con l'avvento di Internet, e delle prime Internet Radio, nonché della tecnologia DAB, il confine tra questi media si è fatto meno netto. Da una parte i protocolli digitali DVB, in grado di trasportare allo stesso modo servizi televisivi e radiofonici, dall'altra il DAB, nato per la radiofonia, che permette però di associare l'audio a informazioni testuali, immagini fino al video vero e proprio (con la tecnologia DMB, [2] e [5]).

In figura 1 è illustrata una configurazione dimostrativa di queste tecnologie. I servizi descritti nel seguito sono già funzionanti a scopo dimostrativo e ricevibili sull'area di Torino; la gestione è completamente automatica.

### Acronimi e sigle

| | |
|---|---|
| **DAB** | ***Digital Audio Broadcasting***, la famiglia di protocolli per la Radio Digitale nata dal progetto europeo Eureka 147. (www.worlddab.org) |
| **DLS** | ***Dynamic Label Segment***, applicazione DAB per la trasmissione e ricezione di informazioni testuali |
| **DMB** | ***Digital Multimedia Broadcasting***, protocollo afferente alla famiglia di tecnologie DAB, che abilita la televisione su dispositivi portatili |
| **EPG** | ***Electronic Program Guide***, la guida ai programmi elettronica, presente con sintassi diverse sia in DAB sia nei protocolli DVB |
| **HSPA** | ***High-Speed Packet Access*** è una famiglia di protocolli per la telefonia mobile che estendono e migliorano le prestazioni dell'UMTS. |
| **MOT** | ***Multimedia Object Transfer***, protocollo utilizzato per il trasporto di oggetti multimediali nel DAB |
| **RDS** | ***Radio Data System*** è lo standard per inviare brevi informazioni testuali usando la tradizionale trasmissione radio FM |
| **SLS** | ***SLide Show*** applicazione DAB che consente di fornire all'utente una sequenza di immagini, da visualizzare su un opportuno display |
| **TMC** | ***Traffic Message Channel*** , standard per il servizio di informazioni sul traffico |
| **TPEG** | ***Transport Protocol Experts Grou***p, l'insieme degli standard che consentono di trasportare informazioni su canali digitali, in modo specifico sul traffico e sulla viabilità |
| **UGC** | ***User-generated content***, indica il materiale prodotto da utenti invece che da società specializzate. |
| **UMTS** | ***Mobile Telecommunications System*** è la tecnologia di telefonia mobile di terza generazione (3G) |

## 2.1 Photoblog

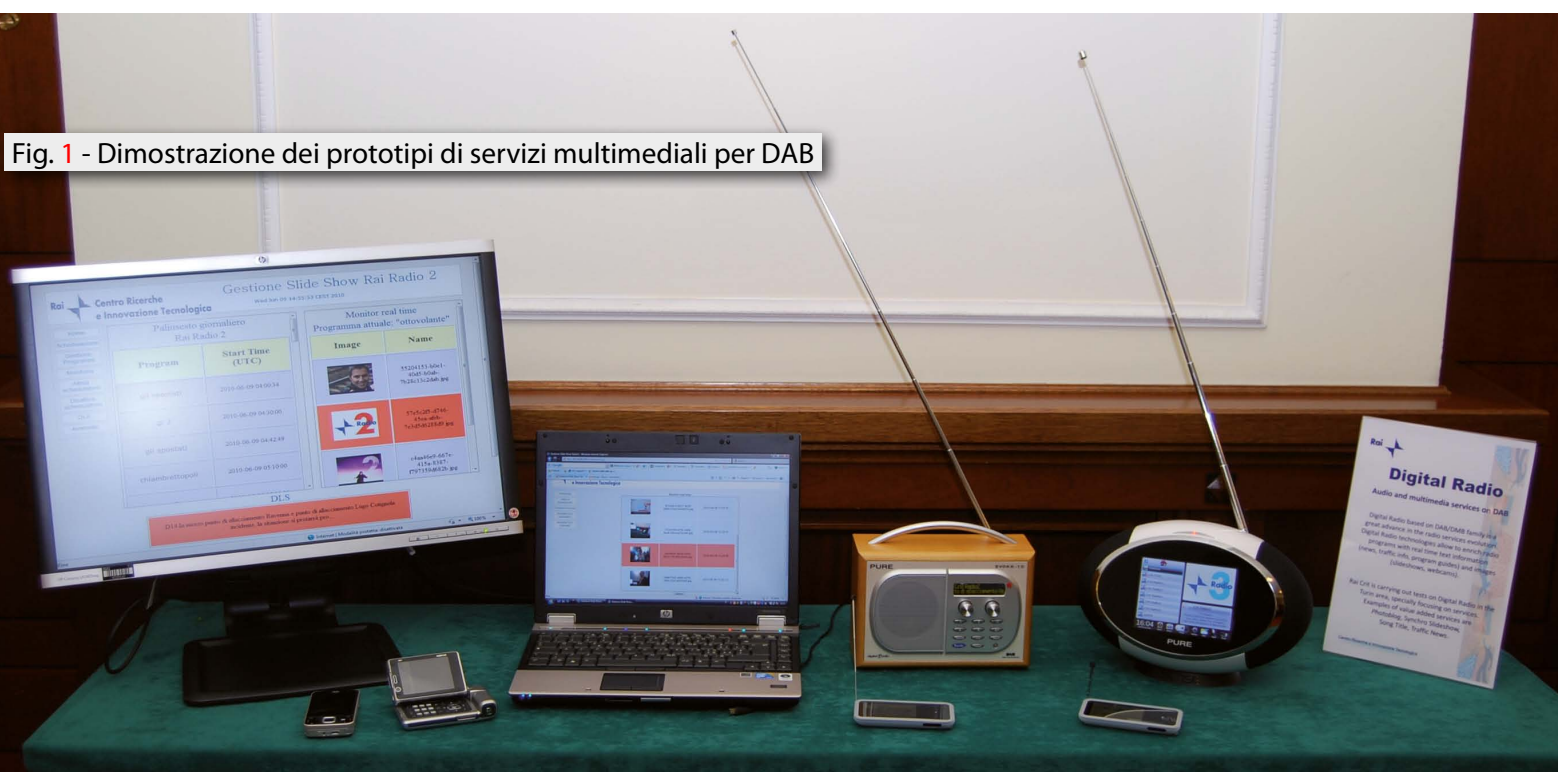
Il *photoblog* si basa su un semplice concetto: molti utenti dei servizi radiotelevisivi vogliono condividere messaggi e informazioni con gli altri ascoltatori, con le più diverse motivazioni (la cui analisi travalica gli scopi del presente articolo). Quindi, abilitando la trasmissione di contenuti generati dagli utenti (UGC) le stazioni radiofoniche riescono a raggiungere nuovi ascoltatori o fidelizzarli, come già avviene in alcuni programmi televisivi con gli SMS inviati dagli utenti. . In alternativa, un inviato che si reca a raccogliere testimonianze relative ad un certo evento (si pensi ad esempio agli inviati di Caterpillar) può fotografare col telefono una situazione curiosa ed inviare un MMS alla redazione per l'eventuale pubblicazione sul Web o sulla radio digitale DAB. Il servizio Photoblog consente di inviare alla redazione una foto con relativo commento (figura 2), raggiungendo rispetto al tradizionale SMS un livello immediatezza che solo le immagini possono fornire. La redazione del programma radiofonico valuta la foto, e, se la ritiene appropriata, la manda in onda. Il prototipo automatizza l'elaborazione, rendendo necessario l'intervento umano solo al momento della validazione.

Uno scenario applicativo del Photoblog si avvicina al "citizen journalism", il giornalismo partecipativo, in cui il programma di news viene integrato dagli ascoltatori che inviano contributi direttamente dalla realtà locale a cui appartengono. La semplicità di invio di un messaggio con una foto allegata alla redazione, e la disponibilità ormai capillare di smart phone con una buona fotocamera, rendono molto interessanti le potenzialità del servizio.

Un altro scenario avvicina il servizio ad un blog multimediale. Gli ascoltatori partecipano inviando la immagini della loro vita, diventando loro stessi i protagonisti della trasmissione radiofonica, e ottenendo qualche momento di celebrità.

Ulteriori scenari possono essere individuati seguendo le esigenze editoriali e le mode del momento, si cita ad esempio un servizio tematico ("una vacanza da sogno", "il mio quartiere", "i nostri amici cuccioli"…), in cui le foto più creative e attinenti al tema verranno messe in onda.

Come si vede in figura, l'utente crea un messaggio multimediale indirizzato a rai_photoblog, compila l'oggetto del messaggio con il suo nome e la descrizione dell'immagine e include la foto che ha scatta-

Fig. 1 - Dimostrazione dei prototipi di servizi multimediali per DAB

to. Dopo l'invio, il sistema Photoblog provvederà a processare il messaggio, a sottoporlo alla redazione per l'approvazione, ed a trasmetterlo.

## 2.2 Synchro Slideshow

Il Synchro Slideshow sincronizza le informazioni radiofoniche con immagini trasmesse su Slideshow DAB, in modo tale che le immagini contestualizzino e arricchiscano i servizi radiofonici (figura 3).

Le redazioni di ciascun programma radiofonico possono selezionare e inserire foto e grafici. La scelta non deve essere necessariamente fatta in anticipo: il sistema consente la trasmissione immediata di un'immagine scelta dalla redazione. E anzi la caratteristica di messa in onda immediata di un elemento visivo, in base agli ospiti presenti o anche ad un evento importante e imprevedibile, costituisce il punto di forza del servizio.

Il sistema sceglierà poi il *carousel* di immagini giusto per ciascuna trasmissione, sincronizzandosi con il palinsesto.

Un altro utilizzo del servizio riguarda le informazioni in tempo reale sulla musica in onda. Radiofonia Rai ha già attivato un servizio simile per la Internet Radio. Il sistema proposto permette di replicare la stessa funzionalità su DAB, in modo automatico. I metadati di messa in onda in tempo reale di Radio-

Fig. 2 - Uno scenario applicativo del Photoblog

fonia vengono utilizzati per costruire un'immagine con i dati essenziali della canzone (fra gli altri la copertina dell'album, quando disponibile, o la foto dell'artista)

### 2.3 Informazioni sul traffico e news

I servizi prototipali includono informazioni testuali estratte da sorgenti di varia natura. Il testo consiste di messaggi brevi (fino a 128 caratteri) e immediati, e può essere sincronizzato con i contenuti oppure può fornire informazioni utili all'utente, con una contestualizzazione minima. L'applicazione DAB utilizzata per la trasmissione istantanea delle informazioni testuali nel prototipo è il DLS [1]. Per la Internet Radio è possibile ottenere lo stesso risultato con altre tecnologie (ad esempio uno script Javascript con Ajax).

Un esempio di servizio sincronizzato è la sottotitolazione delle canzoni trasmesse (nel prototipo, il quarto canale della Filodiffusione, che trasmette musica leggera).

Sono state inserite anche le ultime news (sul canale Radio3 del bouquet DAB sperimentale) e le informazioni sul traffico (su Radio2). Le informazioni ricevute in questo modo non contestualizzano l'audio, ma costituiscono un servizio aggiuntivo a disposizione dell'utente. Le informazioni sul traffico, in particolare, sono estratte direttamente dal servizio RDS-TMC in onda su Rai Radio Uno.

Il protocollo più adatto per convogliare servizi TTI (Travel and Traffic Information) è il TPEG [6-7]. Le applicazioni TPEG, già definite e in corso di standardizzazione, permettono di descrivere in modo preciso e dettagliato le notizie di traffico. Però i ricevitori TPEG sono in genere legati a navigatori satellitari, inoltre la ricchezza descrittiva di TPEG RTM (Road Traffic Message) o TEC (Traffic Event Compact) ne rende complessa la decodifica. Un messaggio di testo può invece dare rapidamente un'idea della situazione del traffico, senza bisogno di un navigatore.

Fig. 3 - Ricevitore DAB con Synchro Slideshow

## 3. Funzionamento del sistema

Si è scelta la Radio Digitale su DAB per la prima implementazione prototipale dei servizi, data sia l'importanza che sta assumendo questo standard per la radio del prossimo futuro, sia la disponibilità di specifiche e ricevitori in grado di decodificare questi servizi.

Il sistema di controllo e schedulazione, sviluppato dal Centro Ricerche Rai, provvede ad aggregare immagini e testi da fonti diverse:

- gli MMS degli ascoltatori
- le immagini scelte dalla redazione
- le informazioni sulla musica in onda da Radiofonia e dagli archivi disponibili
- le news sul traffico dal sistema RDS-TMC

I dati aggregati sono quindi innestati sul programma radiofonico: il prototipo non consente alle informazioni multimediali di influenzare la trasmissione radiofonica, è costruito "sulla" trasmissione radiofonica. In una fase successiva, invece, il servizio consentirà una reciproca interazione tra trasmissione radiofonica e informazioni multimediali: il programma fornisce la base per creare un contesto arricchito, le foto e messaggi saranno selezionati dalla redazione e commentati.

I dati raccolti sono poi trasmessi rispettando le direttive di schedulazione dalla piattaforma DAB, controllata direttamente attraverso le sue API. Ciò permette di ridurre al minimo i tempi di latenza della trasmissione dei dati, e sincronizzare con maggiore precisione la trasmissione radiofonica alle immagini. Il sistema provvede a sincronizzare la schedulazione delle immagini al palinsesto di messa in onda della relativa trasmissione radiofonica.

## 4. Il sistema di controllo e schedulazione

Il sistema prototipale implementato evidenzia pienamente le potenzialità della tecnologia digitale per la radio. La vera novità per i broadcaster è la possibilità di poter offrire all'utenza un'esperienza "completa" della radio: non solo audio ma anche informazioni testuali (DLS), immagini correlate al contenuto audio (SLS), una guida programmi per informarsi sugli eventi successivi (EPG) ed altro ancora. Tutto questo presuppone, certamente, un lavoro aggiuntivo per i broadcaster che devono reperire, gestire e pubblicare questa informazione aggiuntiva. Il sistema sviluppato si colloca proprio in questo contesto: cercare di rendere più semplice e automatica la manipolazione e pubblicazione dei contenuti aggiuntivi (DLS, SLS, EPG).

### 4.1 Controllo del servizio SLS

Accompagnare un contenuto audio con una sequenza di immagini è sicuramente un valore aggiunto che offre nuove prospettive per un'emittente radiofonica. Si pensi, ad esempio, alla possibilità di poter vedere il volto di un ospite in un dibattito, o la copertina del brano in esecuzione. La necessità di poter disporre di uno strumento semplice per la gestione delle immagini da trasmettere, ha portato ad implementare un'interfaccia grafica che permette, in pochi passi, di variare e pubblicare le immagini selezionate. Le esigenze di un Service Provider (o Content Provider) possono essere diverse e dipendono dal tipo di servizio che si vuole offrire, individuando così più scenari di utilizzo.

Prevedendo le differenti esigenze che si possono presentare, la piattaforma, che integra una gestione completa dello slide show, è stata progettata per implementare più casi d'uso:

- Modalità Manuale
- Modalità Automatica
- Schedulazione

La ***modalità manuale*** permette di avere un controllo diretto e preciso sull'immagine presente sul MOT Server (Multimedia Object Transfer Server) e, quindi, sull'immagine trasmessa in un determinato momento (immagine corrente). L'interfaccia grafica del sistema mostra, infatti, un'anteprima dell'immagine corrente e fornisce le funzionalità per poterla cambiare (upload di una nuova immagine) o rimuovere (figura 4).

Fig. 4 - Pannello di controllo SLS Manuale

L'upload di una nuova immagine cancella automaticamente dal MOT Server quella precedentemente caricata (sul server è presente una sola immagine alla volta). Questo modo di funzionamento permette un controllo preciso e "manuale" dell'immagine trasmessa: è l'amministratore (la redazione, il tecnico preposto o chi per essi) che decide quando trasmettere una nuova immagine e per quanto tempo tenerla valida. Il tempo di latenza tra quando un'immagine viene selezionata (upload) e la sua effettiva trasmissione è dell'ordine di qualche secondo e dipende, principalmente, dal tempo che il sistema impiega per la formattazione dell'immagine, secondo le impostazioni di trasmissione, e dalla disponibilità di banda trasmissiva (essenzialmente, l'immagine precedente deve essere stata trasmessa completamente).

La ***modalità automatica*** nasce, invece, da requisiti differenti: la necessità di selezionare, contemporaneamente, più immagini alla volta organizzate in un carosello che sarà poi trasmesso. Non sempre risulta comodo gestire un'immagine alla volta (modalità manuale), più spesso è utile lavorare su una playlist di immagini da modificare secondo le esigenze. La modalità automatica prevede, appunto, la creazione e la gestione di una playlist che viene trasmessa ciclicamente. L'intervallo temporale tra la trasmissione di un'immagine e la successiva è uno dei parametri che il Service Provider deve impostare (tra i 15 ed i 20 secondi può essere un valore adeguato). Anche qui, come per la modalità manuale, le immagini vengono aggiunte o rimosse con le apposite funzioni "upload" e "remove". Il flusso trasmesso viene controllato grazie ad un pannello grafico che, dinamicamente, mostra l'evoluzione della playlist (figura 5). Come mostrato in figura, la tabella di destra schematizza l'andamento della playlist con l'immagine corrente evidenziata (in rosso); la tabella di sinistra, invece, fornisce la possibilità di aggiungere o rimuovere un'immagine.

Fig. 5 - Pannello di controllo per SLS Automatico

Per migliorare la flessibilità del sistema, la *playlist* della modalità automatica si compone, a sua volta, di due parti:

- *Playlist Dinamica*: include un numero "n" massimo di immagini scelto dall'amministratore del sistema. Quando una nuova immagine viene caricata, se la lunghezza della playlist supera il limite n, l'immagine più datata viene cancellata automaticamente. Questo permette di avere un carosello sempre aggiornato e mai più lungo di n elementi.
- *Playlist Statica*: è composta da immagini che non hanno nessun vincolo né sul numero né sul tempo di validità. Le modifiche possono essere fatte dall'amministratore abilitato alla gestione dello slide show.

La somma delle *playlist* dinamica e statica va a comporre il *carousel* finale. È così possibile implementare un carosello misto in cui alcune immagini sono sempre presenti (es. il logo del canale e quello del programma), mentre altre si aggiornano lasciando il posto ad immagini più recenti. L'opzione pubblica subito, inoltre, mette temporaneamente in pausa la *playlist* (15 secondi circa) per trasmettere un'immagine selezionata; trascorso questo tempo, la trasmissione della playlist riprende da dove si era interrotta.

L'ultimo modo di funzionamento, la ***schedulazione***, permette una gestione più complessa del sistema, prevedendo una sincronizzazione automatica al palinsesto giornaliero. La modalità *schedulazione* offre la possibilità di poter pianificare anticipatamente la programmazione dello slide show giornaliero (anche di più giorni). Una volta avviato, il sistema recupera le informazioni aggiornate di palinsesto. All'inizio di ogni programma, viene automaticamente trasmessa la *playlist* di immagini relative al programma selezionato. Ad ogni programma fanno riferimento immagini diverse e, se nessuna immagine è associata ad un determinato programma, una *playlist* di default viene schedulata. Le operazioni di caricamento e rimozione delle immagini avvengono in modo simile a quanto già visto per le *modalità automatica e manuale*; ogni programma possiede un suo "spazio" dove poter caricare o da dove rimuovere le immagini ad esso relativo..

La figura 6 mostra l'interfaccia per monitorare lo schedulatore in tempo reale: a destra la playlist

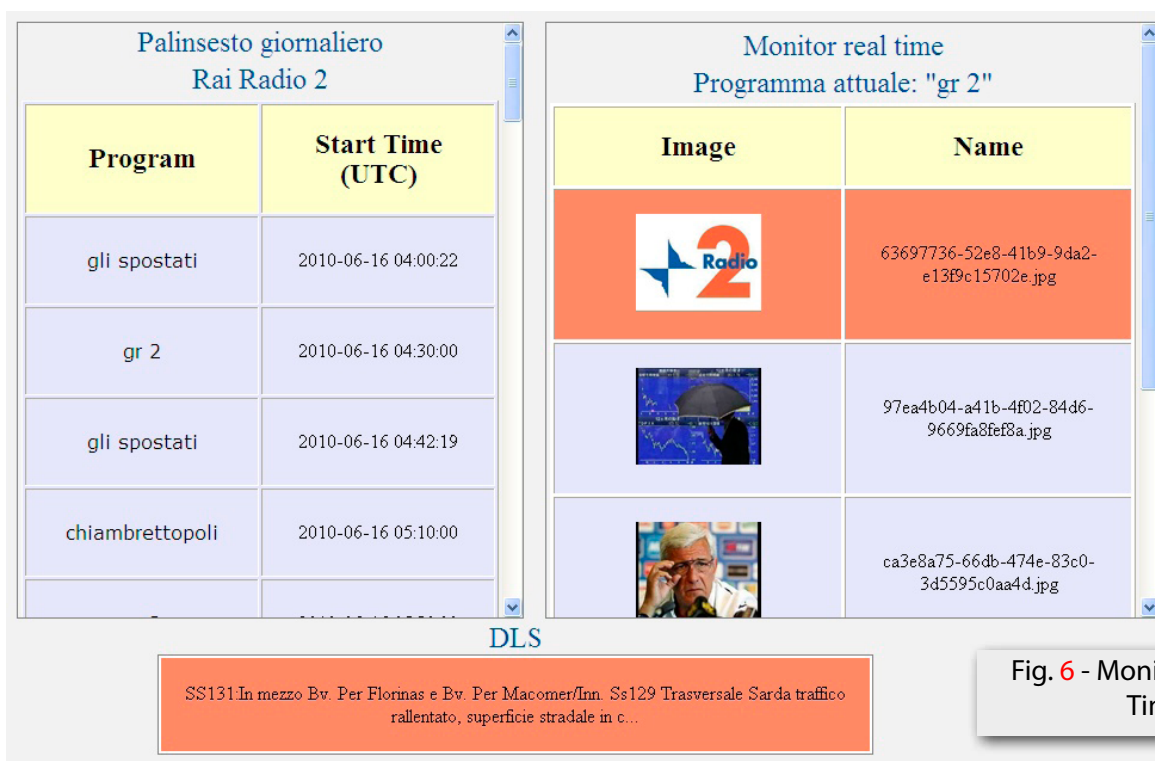



Fig. 6 - Monitoria in Real Time

del programma corrente, a sinistra il palinsesto giornaliero, in basso l'informazione testuale (DLS) trasmessa. Accedendo all'apposita funzione "Gestione Programmi", il sistema permette l'aggiunta e la rimozione dei programmi e delle informazioni ad essi relativi.

## 4.2 Controllo del servizio DLS

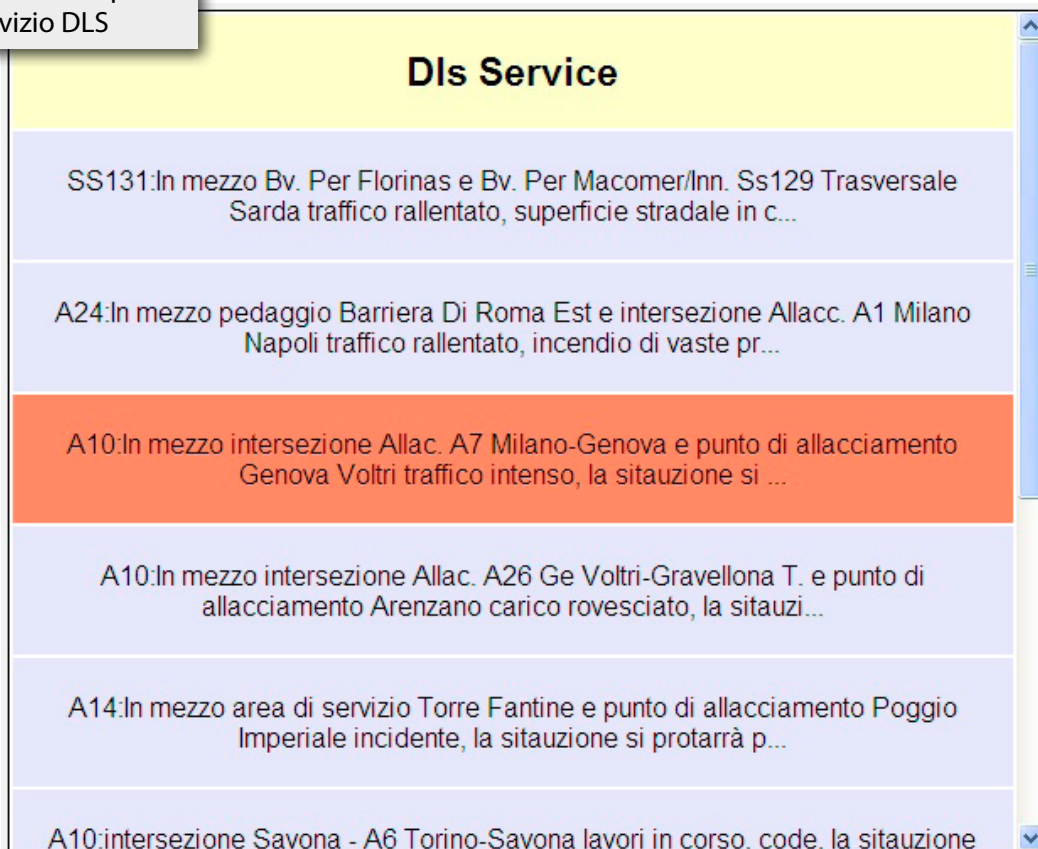
A completamento di quanto già descritto, il sistema DAB/DAB+ arricchisce i servizi di altre funzionalità. DLS fornisce la possibilità di poter visualizzare, sui piccoli schermi dei ricevitori di radio digitale, un testo informativo (128 caratteri al massimo) posto in sovraimpressione rispetto all'SLS. I tipi di servizio che si possono immaginare sono molteplici. Quelli realizzati a scopo dimostrativo durante la sperimentazione riguardano:

- messaggi informativi su diversi argomenti (economia, politica, sport, Italia, Mondo ecc), sempre aggiornati in tempo reale.
- messaggi sul traffico, per dare in modo semplice e veloce le informazioni di primo piano sulla viabilità.
- descrizione del brano in onda (titolo, cantante, autore ecc), in completa sinergia con la redazione del canale radiofonico che fornisce l'informazione.
- SMS degli utenti

In figura 7 si può vedere la finestra di controllo in tempo reale del servizio DLS.

Un breve cenno, infine, alla possibilità di trasmettere, così come avviene per la TV digitale, una *guida elettronica ai programmi* (EPG) anche per la radio. Anche in questo caso il processo che aggiorna l'EPG è del tutto automatico.

Quanto descritto sopra fa riferimento al sistema completo per la gestione delle "informazioni aggiuntive" che il sistema DAB/DAB+ permette di trasmettere. Voler controllare i servizi di più

Fig. 7 - Monitoria per il servizio DLS

canali DAB/DAB+ dalla stessa interfaccia grafica è un'operazione possibile e prevista. Non ci sono limitazioni sul numero di canali radiofonici che il sistema può gestire; è sufficiente la compilazione di poche informazioni per aggiungere un nuovo canale radiofonico.

L'intera gestione ed il monitoraggio del sistema possono avvenire da remoto utilizzando l'interfaccia http.

## 5. Conclusioni

Stiamo assistendo in questi anni ad una ridistribuzione dei tempi di ascolto e fruizione dei servizi multimediali, in cui gli utenti dedicano attenzione, accanto ai media tradizionali, a nuovi servizi. Le trasmissioni radiofoniche dimostrano di essersi avvantaggiate, persino guadagnando share durante il riposizionamento degli ascoltatori.

La piattaforma e i servizi prototipali descritti nel presente articolo dimostrano alcune delle potenzialità dei servizi radiofonici qualora venga usato un protocollo digitale come il DAB.

Il Photoblog permette agli utenti di contribuire in modo significativo alla creazione dei contenuti della radio da un lato, e di sentirsi centrali dall'altro.

Il Synchro Slideshow riposiziona la radio avvicinandola ai media visuali, pur non snaturandone le caratteristiche essenziali.

I servizi testuali forniscono all'utente un metodo immediato per informarsi.

Il servizio radiofonico, grazie alle possibilità offerte dalla piattaforma DAB/DMB di Radio Digitale, pur mantenendo una natura prevalente di servizio audio, viene arricchito e reso più efficace offrendo una "user experience" molto più vicina a quella cui l'utente è ormai abituato con l'utilizzo dei vari dispositivi utilizzati per ascoltare musica come ad esempio l'iPod o l'iPhone

## Bibliografia

1. ETSI EN 300 401 "Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers", Giugno 2006
2. ETSI TR 101 496-1 "DAB – Guidelines and rules for implementation and operation; Part 1: System outline", Novembre 2000
3. ES 102 428 "DAB; DMB video service; User application specification", Aprile 2009
4. ETSI TS 101 499 "Digital Audio Broadcasting (DAB); MOT SlideShow; User Application Specification", Luglio 2008
5. P. Casagranda, S. Ripamonti,A. Gallo: "Il Sistema DAB/DAB+/DMB per la Radio Digitale", Elettronica e Telecomunicazioni, Agosto 2009
6. ISO/TS 18234 "Traffic and Travel Information (TTI) – TTI via Transport Protocol Expert Group (TPEG) data –streams" Parti 1-6, Giugno 2006
7. ISO/TS 24530 "Traffic and Travel Information (TTI) – TTI via Transport Protocol Expert Group (TPEG) Extensible Markup Language (XML)" Parti 1-4, Aprile 200